

高等学校轻工专业试用教材

轻工液压传动 与气压传动

郑治国 顾仁康 主编

中国轻工业出版社

977911

TS04
8736

7504
2004

高等学校轻工专业试用教材

轻工液压传动与气压传动

郑治国 顾仁康 主编

中国轻工业出版社

(京)新登字 034 号

图书在版编目 (C I P) 数据

轻工液压传动与气压传动/郑治国,顾仁康主编. —北京:中国轻工业出版社, 1994. 9

高等学校轻工专业试用教材

ISBN 7-5019-1639-X

I. 轻… II. ①郑… ②顾… III. ①液压传动-理论-高等学校-教材②气压传动-理论-高等学校-教材 IV. ①TH137.1②TH138.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第12123号

责任编辑 罗 佳

*

中国轻工业出版社出版

(北京市东长安街6号)

三河市宏达印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米 1/16印张: 31 字数: 717千字

1994年10月 第1版第1次印刷

印数: 1—2, 000 定价: 17.65元

内 容 简 介

本书分液压传动与气压传动两篇，分别介绍了基本原理，轻工行业中常见的液压、气动元件及其系统。

液压传动篇共分十一章：第一和第二章介绍了液压传动基本概念和液压流体力学基础知识；第三至第六章介绍液压元件（包括液压泵、液压马达、液压缸、液压阀及液压辅助装置）；第七至第九章介绍液压基本回路和系统（包括各种基本回路，液压系统在轻工业中的应用及液压系统的设计计算）；第十章介绍液压系统的动态特性；第十一章介绍液压伺服系统。

气压传动篇共分十章：第一章介绍气压传动的基础理论；第二至第五章介绍气体力学基础、气源装置及气动元件（包括气源、缸、马达、阀及气动辅件）；第六至第十章介绍气动基本回路、系统及其在轻工业中的应用（包括各种常见的气动回路，逻辑代数及气动逻辑元件，气动应用系统设计及气动控制系统设计举例）。

本书为轻工院校机械设计与制造专业试用教材，亦可作相近专业教材或教学参考书，或供工厂技术人员学习参考。

* * *

尊敬的读者：

欢迎您购买中国轻工业出版社出版的图书。希望此书能够对您的工作和生活有所帮助。恳切欢迎您阅读此书后，对该书做出评价，特别是就书中存在的问题（如选题、内容、编辑、校对、装帧设计、印刷装订、出版格式等）提出宝贵的意见。我们将非常感激。对提高质量有重要贡献者，本社将酌情奖励。

来信请寄：北京市东长安街6号（邮编：100740）

中国轻工业出版社总编办公室

前 言

本书是根据轻工高等院校轻工机械专业教材编审委员会于1990年7月在大连召开的“轻工液压传动与气压传动教材研讨会”上制订的教材编写大纲编写的。

全书分液压传动和气压传动两部分。在液压传动部分系统地介绍了液压传动的理论基础；常用液压元件的工作原理、结构特点及性能分析；在介绍各种基本回路之后，通过实例叙述了液压系统的分析和设计方法，并对液压伺服系统和动态特性也进行了简单介绍。气压传动部分除了介绍一般气压传动的理论基础和气动元件的工作原理及特性外，着重介绍了气动逻辑元件和气动程序系统的两种设计法以及气动技术在轻工业自动化中的应用。

本教材具有下列特点：

1. 在不削弱基础理论的原则下，力求少而精。
2. 内容力求新颖，尽可能介绍引进的新型元件。
3. 密切联系轻工业实践，在液压传动篇和气压传动篇中均有一章介绍在轻工业自动化中的应用。这是本教材的最大特色。
4. 全书均采用法定计量单位。

本教材的液压传动部分由大连轻工业学院郑治国主编；气压传动部分由无锡轻工业学院顾仁康主编。全书由大连理工大学刘能宏教授主审。

本书绪论由顾仁康编写。第一章由郑治国编写；第二章由黄春乐编写；第三、四章由陈耿编写；第五、六章由艾起兰编写；第七、八章由朱元春编写；第九章由朱元春、艾起兰、陈耿编写；第十、十一章由祝守新和肖仁贤编写。第十二、十三章由宁舒编写；第十四、十五章由于德海编写；第十六、十八、十九章由周一届编写；第十七章由顾仁康编写；第二十、二十一章由朱奉春编写。

本书编写中，得到多方的指导和帮助，在此一并表示感谢。书中的缺点和不足，敬请读者指正。

编 者

1994年10月

7-AD63/02

目 录

绪 论	1
-----	---

液压传动篇

第一章 液压传动概论	4
第一节 液压传动的工作原理及系统组成	4
第二节 液压传动技术的应用和特点	6
第二章 液压流体力学基础	8
第一节 液压油	8
第二节 液体静力学	12
第三节 液体动力学	15
第四节 管路系统的压力损失	22
第五节 孔口及缝隙流动	31
第六节 液压冲击及空穴现象	38
习 题	41
第三章 液压泵与液压马达	46
第一节 概述	46
第二节 齿轮泵与齿轮马达	50
第三节 叶片泵与叶片马达	56
第四节 柱塞泵与柱塞马达	68
习 题	77
第四章 液压缸	79
第一节 液压缸的基本类型	79
第二节 液压缸的典型结构形式	86
第三节 液压缸壁厚的确定及缓冲装置	87
习 题	90
第五章 液压控制阀	92
第一节 方向控制阀	92
第二节 压力控制阀	106
第三节 流量控制阀	118
第四节 电液比例阀	126

第五节 二通插装阀·····	130
习 题·····	132
第六章 液压辅件·····	134
第一节 蓄能器·····	134
第二节 滤油器、冷却器和加热器·····	137
第三节 密封元件·····	142
第四节 管系元件·····	145
第五节 油箱·····	147
习 题·····	148
第七章 液压基本回路·····	149
第一节 速度控制回路·····	149
第二节 压力控制回路·····	168
第三节 多缸工作回路·····	174
习 题·····	180
第八章 液压传动在轻工业中的应用·····	185
第一节 缝纫机底板加工组合机床动力滑台液压系统·····	185
第二节 塑料注射成型机液压系统·····	188
第三节 上料机械手液压系统·····	195
第四节 制革机械液压系统·····	199
第五节 剪板机液压系统·····	202
第六节 液压机的液压系统·····	205
第九章 液压系统设计计算·····	211
第一节 液压系统设计计算步骤·····	211
第二节 液压系统设计计算举例（一）·····	219
第三节 液压系统设计计算举例（二）·····	226
第十章 液压系统的动态特性·····	232
第一节 液压系统动态特性研究的内容和方法·····	232
第二节 用传递函数法研究液压系统的动态特性·····	233
第三节 用键合图和状态空间法研究液压系统的动态特性·····	238
第十一章 液压伺服系统·····	257
第一节 液压伺服系统工作原理和类型·····	257
第二节 液压伺服阀和伺服系统的特性·····	262
第三节 电液脉冲马达·····	266
第四节 电液伺服阀·····	268

气压传动篇

第十二章 气压传动与控制概论·····	271
第一节 气动技术的发展、应用和特点·····	271

第二节	气压传动与控制系统的组成	272
第十三章	气体力学基础	275
第一节	气体的性质	275
第二节	气体状态变化所遵循的基本物理方程	276
第三节	湿空气	283
第四节	气体流动的性质与规律	286
第五节	充气、放气温度与时间的计算	293
第六节	气阻、气容及延时环节	294
习 题		297
第十四章	气源装置及气动辅件	300
第一节	气源装置	300
第二节	气动辅件	306
第三节	气动传感器	315
习 题		320
第十五章	气动执行元件	321
第一节	气缸的分类、工作原理和结构	321
第二节	常用气缸的设计计算	330
第三节	气缸的工作特性	334
第四节	气动马达	335
习 题		338
第十六章	气动控制元件	339
第一节	压力控制阀	339
第二节	流量控制阀	350
第三节	方向控制阀	354
第四节	控制元件的选用	370
习 题		370
第十七章	逻辑设计基础	371
第一节	概述	371
第二节	逻辑代数基础及其运算公式	371
第三节	逻辑函数、真值表和基本逻辑门	374
第四节	逻辑函数的简化	375
第五节	“或非” - “或非”型函数	379
第六节	逻辑设计举例	381
习 题		389
第十八章	气动逻辑元件	391
第一节	概述	391
第二节	高压截止式逻辑元件	394
第三节	高压膜片式逻辑元件	400

第四节 低压膜片式逻辑元件·····	404
第五节 射流元件·····	405
习 题·····	410
第十九章 气动基本回路·····	411
第一节 压力控制回路·····	411
第二节 方向控制回路·····	413
第三节 速度控制回路·····	414
第四节 气动逻辑回路·····	417
第五节 其他基本回路·····	419
习 题·····	427
第二十章 气动控制系统设计·····	429
第一节 气动行程序控制回路设计·····	429
第二节 气动控制系统设计方法·····	451
第三节 气动控制系统设计举例·····	455
习 题·····	460
第二十一章 气动技术在轻工业自动化中的应用·····	462
第一节 丝网印刷机的气动控制系统·····	462
第二节 洗衣粉包装机的气动控制系统·····	465
第三节 皮鞋绷跟机的气动控制系统·····	470
习 题·····	474
附 录 液压传动、气压传动图形符号·····	475
参考文献·····	484

绪 论

一、液压传动与气压传动的应用现状和动向

(一) 应用现状

液压传动与气压传动统称为流体传动，它与机械传动和电气传动一起构成了现代工业中普遍采用的三大传动方式。

不论液压传动还是气压传动，相对于机械传动来说，都是一门新兴的技术。若从17世纪中叶，帕斯卡提出静压传递原理、18世纪末英国制成第一台水压机开始算起，液压传动已有二、三百年的历史。但是液压传动被各国普遍重视，并应用于国民经济各部门中，只是近50年左右的事。第二次世界大战以后，随着现代科学技术的迅速发展和制造工艺水平的提高，各种液压元件的性能日益完善，液压传动才开始得到广泛应用。特别是出现了高精度、响应速度快的伺服阀后，液压技术的应用更是飞速发展。在本世纪70年代末至80年代末，由于电子计算机的迅速发展，促使液压技术进入了数控液压伺服技术的时期。目前普遍认为：电子技术和液压技术相结合是液压系统实现自动控制的发展方向。

液压传动由于具有传动平稳、结构简单、比功率大、易于无级调速和定位精度高等一系列优点，因此，目前已不仅广泛应用于机床、工程机械、冶金、航空航天等工业部门，而且在轻工业机械（如：注塑成形机、挤出机、精密冲床、皮革机械以及造纸机械等）中也被普遍采用。但各工业部门应用液压传动技术的出发点不尽相同，各有其特殊性。

目前世界各国都把气动技术作为一种低成本的工业自动化手段，所以国内外自60年代以来，气动技术的发展十分迅速。据国外有关部门统计，目前气动元件产量的发展速度已超过了液压元件。气动技术已发展成为一个独立的技术领域。

因为气压传动是以空气为工作介质的，具有防火、防爆、防电磁干扰、抗振动、抗冲击以及结构简单等优点，所以气动技术的发展和电子、液压技术一样已成为生产过程自动化的一种重要手段，广泛应用于轻工业部门的各生产领域中。如：食品加工、包装工程（包括包装容器的制造）、印刷技术、木工机械、造纸设备以及电扇、洗衣机、电冰箱和彩电等家电产品的自动生产线都是部分或全部利用气压传动和控制技术进行工作的。

近几年，国内外对气动元件作了不少研究和开发工作，研制了不少新型的气动元件和气动逻辑元件。在国内也已定型进行批量生产的，如：结构新颖的将气动三大件一体

化的气动三联件；将行程开关、电磁换向阀和气缸一体化的新型气缸；带有制动器的气缸以及高压膜片式逻辑元件等。这些新颖元件的出现进一步促使国民经济各部门广泛地采用这一低成本的自动化技术，实现生产过程自动化。虽然气动设备的输出力较小，但它能满足大多数轻工业设备的要求。

目前，我国的液压、气动元件都有了比较完整的系列，且正在向 ISO 标准靠近。很多工厂（如：电扇厂、洗衣机厂、电冰箱厂以及电视机厂）都先后制成了或引进了许多液、气传动的设备和生产线，实现了生产过程的自动和半自动控制。如：上海电视机一厂引进的生产线是由计算机控制、气压传动的。特别是在包装部位的工作（如：纸箱的取出、打开、电视机装入、折页以及封箱等工序），全由气压传动来完成。又如：无锡无线电厂引进的注塑成形机是由计算机控制、液压传动的，但其上面的取料机械手是采用气动的。

（二）发展动向

随着生产的不断发展，对液、气压元件的结构和性能的要求也越来越高，综观国内外液、气压元件的发展趋势，大致有以下两方面：

1. 小型、轻量化

在液压技术中，为了要达到小型轻量化的目的，液压系统的压力趋向高压化，如国外的建筑机械正向 35MPa 迈进；航空附件正向 56~63MPa 进军。当然，随着压力的提高，系统及元件的寿命有所下降，重量也有增加的趋势，上述矛盾的出现，给材料科学的研究者提出了新的课题。

在国外，液压和气动元件正在向多功能或系统化方向发展。例如：以方向控制阀为核心，再加上其他各种功能的截止式四通阀，使液压系统具有高度集成化、轻量化和小型化等特点。用一个多功能阀（即组合阀）即可组成一个差动回路，但其安装尺寸仅与一般电磁阀相同。

在气动技术中，在小功率范围内，小型元件的开发和系列化正在积极地发展，特别是使单个元件向系统化发展，正作为小型、轻量化主攻的方向。如：一个组合式元件，即可构成包括执行元件在内的一个自成系统，它既具有自动换向、中途停止的功能，又具有调速等功能。

由于气动系统的压力较低，故元件材料选用的自由度较大，现正由铁制品向完全铝合金化过渡，并由铝合金化进一步向树脂塑料化方向发展，所以树脂塑料技术的发展是今后气动元件进一步轻量化的方向。

2. 与电子技术相结合

以电子元件作为系统的信息处理和传递信息的手段来控制控制阀，以输出流体的压力能作为功率输出，这两者的结合，是流体控制阀的重要研究课题。

在液压技术中，现在一般感兴趣的是比例电磁阀和数字阀，这两者虽然都是开环控制，但与电-液伺服阀相比，抗污染能力要强得多，且制造方便，维护使用简单。

气动技术中，比例电磁阀已开始进入实用阶段，且与微机控制直接结合。

二、液压传动与气压传动所研究的内容

液压传动与气压传动都是用有压液体或气体为工作介质来传递动力或控制信号的一种传动方式，所以可简称为“流体传动与控制技术”。

由于液压传动和气压传动均具有一系列的优点，故正被国民经济各部门广泛采用。两者进行传动与控制的方法基本上都是利用各种元件组成具有各种功能的基本回路，再按系统的要求，选择有关功能的基本回路组成系统来实现的。所以，本课程所要研究的主要内容是：首先要在掌握有关流体力学知识的基础上，研究组成各基本回路的元件结构、工作原理和性能以及各基本回路的功能。然后，在此基础上进行液压和气动系统的分析和综合（设计）。

因为液压传动和气压传动所用工作介质的性质不同，因此它们除了一些共性外，还具有各自的特殊性。液压传动虽具有传动平稳、输出力大等特点，但因液体粘性大，故其液压损失大，不能作远距离输送。而气压传动虽由于空气具有可压缩性，传动不够平稳，且输出力小，但因其粘性很小，在同样条件下，其压力损失要比液压传动小得多。又因其信号传递能达到声波在空气中传播的速度，所以便于远距离输送和直接作为控制手段。

在实际应用中，必须注意液压传动和气压传动的不同特点，结合具体要求进行研究和设计制造。如有些轻工机械中，用压缩空气作动力，以液体为阻尼，这样就可达到既能进行较远距离的动力输送，又能使传动较为平稳的目的。

液压传动篇

第一章 液压传动概论

本章通过一个最简单的液压传动示例,来说明液压传动的工作原理及系统组成,使读者对液压传动有一个正确的、概貌性的了解。本章还介绍液压系统的图形符号及液压传动的优缺点。

第一节 液压传动的工作原理及系统组成

一部机器是把动力源的功率,经过一系列的中间传动机构,最后使执行机构获得一定的力与运动,以完成预定的动作的。例如缝纫机就是人踏机架上的踏板,经过皮带等一系列的机构,最后使针杆上、下运动和使布料移动来实现缝纫的。因为它的中间传动机构是用机械来实现的,所以称为机械传动。液压传动则是利用液体作为中间传动介质来传递动力的。

液压传动是基于原理的传动方式。帕斯卡原理即在密封容器内,施加于静止液体上的压力将以等值同时传至液体各点。

液压传动的能源通常是一个电动机带动的液压泵,它将机械能转换为液压能。

液压传动的执行元件是液压缸(实现往复运动)或液压马达(实现旋转运动),它将液压能又转换成机械能,从而实现人们所要求的工作。

为了说明液压传动原理,现举一个简单的液压传动系统实例(见图1-1)。为简单起见,我们先假设泵4是一个最简单的柱塞泵,将它用管道直接与液压缸9的左腔相连,而液压缸右腔直接接油箱(暂不考虑中间应设置各种阀)。此柱塞泵是由电动机3带动一偏心轮 a ,使柱塞 b 上、下移动(下移是靠弹簧 c 的作用)。当柱塞下移时,泵的柱塞腔容积增大,形成局部真空,在大气压力作用下,打开单向阀 e 从油箱1(图中2为滤油器)吸油;当柱塞上移时,泵的柱塞腔容积减小,打开单向阀 f 而排油。

如果我们把泵的柱塞腔、管道及液压缸左腔视为一密封容器,由于柱塞上移就使得此密封容器内的液体受到挤压,按帕斯卡原理,这一压力将等值地传至液体的各点,因

而液压缸的活塞亦受此压力的作用，但由于活塞上有一定的负载（包括活塞密封阻力等），所以在开始的极短时间内，活塞并不移动，使这部分液体继续受到压缩，压力也就不断升高，活塞上受到的液压力（压力与活塞面积的乘积）也不断增大，直到活塞上受到的液压力能克服外负载后，活塞便开始向右移动。此时液体也不再压缩，压力也不再升高。液压缸活塞右移后，液压缸右腔的油液排回油箱。

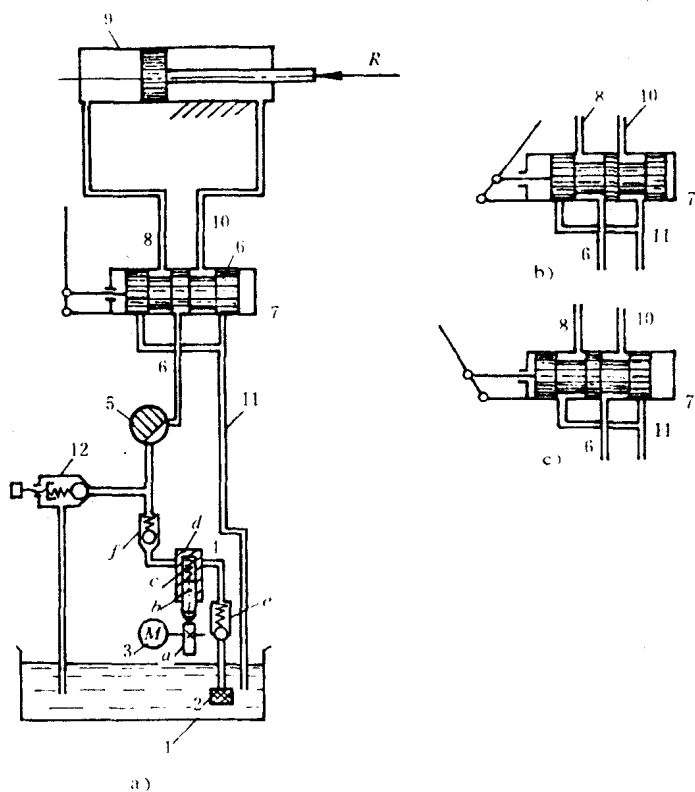


图1-1 液压传动原理图

- 1—油箱 2—滤油器 3—电机 4—泵 5—节流阀 6—油管 7—换向阀
8—油管 9—油缸 10—油管 11—油管 12—溢流阀

这里我们得到一个重要的结论：液压系统的压力取决于负载的大小。但必须指出，由于此时液体发生流动，因流动时存在摩擦阻力，将产生一部分能量损耗，所以泵的实际压力应比液压缸的工作压力高。另外我们也看到，泵的柱塞面积较小，泵以很高的转速旋转，通过柱塞迅速上移而将油液排出，而液压缸的活塞面积较大，故活塞以很大的作用力和较低的速度推动负载运动；如果不计液体流动时的能量损失则液压缸推动负载所作的功，应该等于泵柱塞上移所作的功。

十分明显，只有能源与执行元件是不能构成一个完整的液压系统的。首先我们应设法使活塞能作往复运动，其次，我们会注意到，当活塞移动到终点而不能再运动时，上述密封容器内的液体会继续受柱塞的挤压，压力会急剧增高，直至密封被破坏。再者，作为一种传动系统，执行元件速度的调整常常是大家关心的问题之一。所以，即使是一个

最简单的液压传动系统，也必须解决上述这类需要控制与调整的问题。

液压传动的控制与调整问题是由液压阀来完成的。

图1-1a中的7是换向阀推动其手柄可改变阀芯的位置。当阀芯位于图1-1a所示位置时，阀芯将液压缸的进油和回油口堵塞液压缸的活塞停止运动；当阀芯位于图1-1b所示位置时，进油与液压缸左腔接通，从而使液压缸活塞向右移动；当阀芯位于图1-1c所示位置时，活塞则向左移动。这就是用换向阀实现换向的原理。

活塞运动速度的调整可通过设置节流阀5与溢流阀12来实现。节流阀5是一个可以调整大小的小孔。当这个阀的入口与出口处的压力差一定时，开口大则流过的液体多；反之则小。而当开口一定时，阀入口与出口处的压力差增大时，流过的液体增加；反之则减少。溢流阀12中有一个由弹簧推住的钢球，用这个钢球挡住液体流回油箱。当弹簧的预压调定后，如泵的压力作用在钢球上而产生的作用力小于弹簧的预压力，则钢球挡住通道，液体不能流回油箱；如泵压力作用在钢球上的力大于弹簧预压力，则钢球打开，可使泵排出的油液流回油箱。为了易于理解，我们给出一个示意性的例子：例如，要使活塞运动，液压缸左腔的压力应为1MPa。今将溢流阀调至1.3MPa。当泵启动后，由于节流阀的通流口很小，故可将泵压憋高。当泵压力达到1.3MPa后，一部分油液经节流阀流入液压缸而使活塞运动，另一部分油液则经溢流阀流回油箱。如此时把节流阀阀口调小，由于节流阀前（泵压力），后（液压缸左腔压力）压力差未变（仍为 $1.3 - 1 = 0.3$ MPa），故流入液压缸左腔的油液减少，而从溢流阀流回油箱的油液增多，因而活塞移动速度减慢，这样就可以达到速度调节的目的。

显然，要构成一个完整的液压系统还需要诸如油箱、管道、管接头、滤油器等辅助装置。各种液压元件的类型、工作原理等，将在以下各章中详细说明。

第二节 液压传动技术的应用和特点

在上一节中，我们通过图1-1的简单液压系统，说明了液压系统的工作原理及组成。这种图形画出了液压元件的一些主要结构，故称为“半结构图”。虽然它比较直观，但绘制比较费事，特别是系统比较复杂时。所以世界各国都制定了标准液压元件图形符号，突出了液压元件的主要职能，故又称“职能符号”。这种符号简单清晰，便于绘制。我国新制定的液压气动图形符号标准（GB786.1-93）规定了一整套液压气动元件的图形符号。本书附录中摘录了GB786.1-93的部分常用图形符号。

如采用上述图形符号，可将图1-1改绘成图1-2的形式。如用符号表示不清元件的功能，允许采用上述半结构图作局部说明。

液压传动的主要优点有：

- (1) 与机械传动和电传动比较，在输出相同功率下，体积和重量均较小。
- (2) 液压传动的工作平稳，能在低速下稳定运动。且因其重量轻、惯性小，故响应速度快，换向频率高。
- (3) 较易实现无级调速，而且调速范围大，一般可达 $100:1$ ，最大可达 $2000:1$ ，这是机械传动或电传动难以实现的。

(4) 操纵简单, 便于实现过载保护, 便于实现自动化。特别是与电气联合控制, 可实现高精度的自动控制或遥控。

(5) 随着液压技术的发展, 液压元件, 液压回路和某些液压装置可以实现系列化、标准化及通用化, 可采用计算机进行辅助测试、控制和辅助设计等, 有利于提高质量, 降低成本, 大大缩短设计、制造周期。

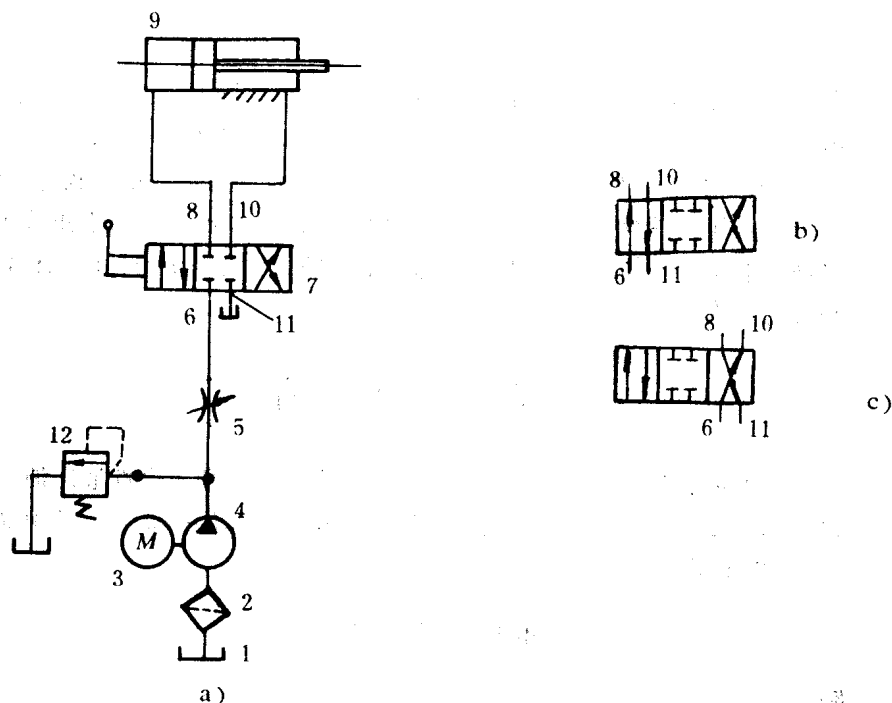


图1-2 用职能符号表示的液压传动原理图

液压传动的主要缺点有:

- (1) 在液压元件和系统中各相对滑动件或各配合面间不可避免存在泄漏。
- (2) 油温的变化会引起油液的粘度变化, 影响液压传动的工作平稳性。在低温和高温的场合, 采用液压传动有一定困难。
- (3) 液压元件的制造精度要求较高, 因而价格较贵; 使用和维修要求有较高的技术水平和一定的专业知识。
- (4) 对油液的污染敏感, 污染会使液压元件磨损和堵塞, 使性能变坏, 寿命缩短, 因此必须防止油液污染和良好的过滤。

由于液压传动具有许多突出的优点, 因此广泛应用于机械制造、航空、矿山及起重等许多工程领域。这种传动方式也愈来愈多地在轻工行业中应用。例如, 在塑料、制鞋、制砖等行业中都获得广泛采用。随着液压技术的发展与元件质量的提高, 这一技术必将在轻工行业中获得更广泛的应用。

第二章 液压流体力学基础

在液压系统中, 液压油是传递动力和信号的工作介质。同时, 它还起到润滑、冷却和防锈的作用。液压系统能否可靠地工作, 在很大程度上取决于系统中所用的液压油。因此, 在研究液压系统之前, 必须对系统中使用的液压油及其力学性质有较深入的了解。

液压流体力学是研究液体运动规律的一门学科。掌握这些规律有助于正确理解液压传动的基本原理及液压元件的结构和性能, 为以后分析、使用以至设计轻工机械液压传动系统打下必要的理论基础。

第一节 液 压 油

液压传动所用的液压油通常为矿物油。此外, 还有难燃性和不燃性液压油, 以及近年来出现的以水为主要成分的高水基液压油。随着液压系统功率的增大, 工作温度的提高, 对液压油也提出了更高的要求。

一、液压油的物理性质

(一) 密度

均质液体中单位体积所具有的质量称为密度, 即

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (\text{kg/m}^3) \quad (2-1)$$

式中 m ——液体的质量 (kg);

v ——液体的体积 (m^3)。

(二) 可压缩性

液体受压力作用后其体积缩小的性质叫可压缩性。可压缩性的大小用体积压缩系数 β 表示。其定义为: 受压液体在发生单位压力变化时的体积相对变化量, 即

$$\beta = -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta p} \quad (\text{m}^2/\text{N}) \quad (2-2)$$

式中 ΔV ——液体受压力作用后体积的变化值 (m^3);

Δp ——液体压力的变化值 (Pa);

V ——液体的初始体积 (m^3)。

由于压力增大时液体的体积减小, 因此上式右边须加一负号, 以使 β 成为正值。